



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 198 50 546 C 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 16 H 3/091
F 16 H 3/12
F 16 H 3/08
B 60 K 17/08
F 16 H 61/00

⑲ Aktenzeichen: 198 50 546.9-12
⑳ Anmeldetag: 3. 11. 1998
㉑ Offenlegungstag: -
㉒ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 25. 5. 2000

DE 198 50 546 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Rink, Anton, Dipl.-Ing., 76137 Karlsruhe, DE;
Sperber, Ralf, Dipl.-Ing., 73240 Wendlingen, DE;
Wörner, Günther, Dipl.-Ing., 71394 Kernlen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 31 851 A1
DE	35 46 454 A1
US	49 66 048
US	46 58 663

⑤④ **Mehrgängiges Mehrwege-Zahnäderwechselgetriebe**

⑤⑦ Bei einem mehrgängigen Mehrwege-Zahnäderwechselgetriebe sind in den Kraftfluß zwischen einer Ein- und einer Ausgangswelle zwei Teilgetriebe einzeln oder gemeinsam einschaltbar. Während das eine Teilgetriebe sowohl die Zahnradstufen für den niedrigsten und für den höchsten Vorwärtsgang aufweist und durch eine Lastschaltkupplung mit der Ein- oder mit der Ausgangswelle in Antriebsverbindung bringbar ist, weist das andere Teilgetriebe sowohl eine direkte Antriebsverbindung zur Eingangswelle als auch jeweils ein Zahnrad der Zahnradstufen der anderen Vorwärtsgänge auf. Um die Hochschaltungen im Zugbetrieb aus dem niedrigsten Vorwärtsgang in den nach der Übersetzung benachbarten höheren Vorwärtsgang als Lastschaltung ohne Unterbrechung des Kraftflusses unter phasenweiser Einschaltung der Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges durchführen zu können, ist die Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges zusätzlich auch dem anderen Teilgetriebe entweder in Form einer zusätzlichen Zahnradstufe oder einer zusätzlichen Zahnradkupplung zugeordnet.

DE 198 50 546 C 1

Die eine von zwei vorliegenden nebengeordneten Erfindungen betrifft ein mehrgängiges Mehrwege-Zahnradwechselgetriebe nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, während sich die andere Erfindung auf ein mehrgängiges Mehrwege-Zahnradwechselgetriebe nach dem sich dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 unterordnenden Oberbegriff von Patentanspruch 2 bezieht.

Bei einem mit den eingangs genannten Gattungsbegriffen übereinstimmenden bekannten Zahnradwechselgetriebe (DE 40 31 851 A1) ist dem die Zahnradstufe des niedrigsten Vorwärtsganges aufweisenden ersten Teilgetriebe auch noch die Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges gleichermaßen zugeordnet, während das zweite Teilgetriebe die Zahnradstufen der übrigen Vorwärtsgänge aufweist. Mit dieser Zuordnung wird angestrebt, daß trotz der Verwendung nur einer Lastschaltkupplung lediglich für das erste Teilgetriebe – dagegen einer Antriebsverbindung nur über formschlüssige Zahnradkupplungen für das zweite Teilgetriebe – Gangschaltungen unter Last zu ermöglichen und somit die ansonst für diesen Zweck erforderliche zweite Lastschaltkupplung einsparen zu können. Zu diesem Zweck wird die dem die Lastschaltkupplung aufweisenden ersten Teilgetriebe angehörende Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges bei einer Hochschaltung quasi als Splitter für die zwischenzeitliche Übertragung eines Drehmomentes in der Schaltzwischenphase zwischen dem Ausrücken der Zahnradkupplung der dem zweiten Teilgetriebe angehörenden Zahnradstufe des Start-Ganges und dem Einrücken der Zahnradkupplung der ebenfalls dem zweiten Teilgetriebe angehörenden Zahnradstufe des Ziel-Ganges verwendet. Bei einem Anfahrvorgang werden bei diesem bekannten Zahnradwechselgetriebe zunächst die Zahnradkupplung der Zahnradstufe des niedrigsten Vorwärtsganges und anschließend die Lastschaltkupplung unter steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt. Im stationären Getriebezustand des niedrigsten Vorwärtsganges geht der Kraftfluß somit von der Eingangswelle über die Lastschaltkupplung und die betreffende Zahnradstufe zur Ausgangswelle. Bei einer Hochschaltung in den benachbarten Vorwärtsgang – also bei einer Schaltung vom I. Gang in den II. Gang – ist jedoch bei diesem bekannten Zahnradwechselgetriebe weder ein "Splitten" mit der Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges noch ein Vor-Einrücken (Vorwählen) der Zahnradkupplung des II. Ganges möglich, weil letztere dem zweiten Teilgetriebe mit Antrieb nur über formschlüssige Zahnradkupplungen durch die Eingangswelle und die Zahnradstufe des I. Ganges demselben ersten Teilgetriebe wie die Zahnradstufe des höchsten Ganges angehören, so daß die Lastschaltkupplung vor dem Ausrücken der Zahnradstufe des I. Ganges – um letztere momentenfrei zu machen – ausgerückt werden muß, ohne daß die Zahnradstufe des II. Ganges vorher eingerückt werden kann, weil an letzterer die hohe Differenzdrehzahl aufgrund des direkten Antriebes nur über formschlüssige Zahnradkupplungen durch die Eingangswelle anliegt. Das Ausrücken der Lastschaltkupplung geht jedoch zwangsläufig mit einer Unterbrechung der Drehmomentübertragung einher, welche gerade bei der I-II-Hochschaltung aufgrund der hier sehr hohen Drehmomente eine empfindliche Komforteinbuße für die Fahrzeuginsassen bedeutet.

Unabhängig hiervon sind gattungsfremde Zahnradwechselgetriebe nach dem Stand der Technik, zu denen bspw. ein 16-gängiges Vielganggetriebe (US 4,966,048) zählt, bei welchem ein zweistufiges Grundgetriebe im Kraftfluß in Reihe zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle angeordnet ist. Das Grundgetriebe ist einerseits durch zwei

einstufige SUB-Splitter-Stufen über jeweils eine reibschlüssige, axial ein- und ausrückbare Lastschaltkupplung mit der Eingangswelle und andererseits durch zwei einstufige Splitter-Stufen über ein letzteren im Kraftfluß nachgeordnetes Zwei-Bereichsgetriebe mit der Ausgangswelle verbunden. Während die eine SUB-Splitter-Stufe den geraden Vorwärtsgängen und die andere den ungeraden Vorwärtsgängen zugeordnet ist, sind die beiden anderen Splitter-Stufen in wechselnder Reihenfolge in jeweils zwei der Übersetzung nach benachbarten Vorwärtsgängen in den Kraftfluß eingerückt.

Bei einem anderen zum Stand der Technik gehörenden gattungsfremden Mehrwege-Zahnradwechselgetriebe (US 4,658,663) sind zwei jeweils eine Zahnradstufe für ein und denselben III. Gang aufweisende Teilgetriebe im Kraftfluß zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle angeordnet sowie über je eine reibschlüssige, axial ein- und ausrückbare Lastschaltkupplung mit der Eingangswelle verbunden. Während das eine Teilgetriebe weitere Zahnradstufen für einen II. Gang und einen V. Gang aufweist, sind dem anderen Teilgetriebe noch Zahnradstufen für einen I. Gang und einen IV. Gang zugehörig. Durch die Doppelanordnung der Zahnradstufe des III. Ganges sind bei diesem Zahnradwechselgetriebe auch Lastschaltungen zwischen zwei Gängen ermöglicht, deren Zahnradstufen bei konventioneller Verteilung der Gänge bzw. Zahnradstufen auf die Teilgetriebe ein und demselben Teilgetriebe angehören würden, so dass in diesem Falle eine Unterbrechung der Drehmomentübertragung beim Gangwechsel unausweichlich wäre.

Schliesslich gehört auch ein weiteres gattungsfremdes Gangschaltgetriebe für ein Kraftfahrzeug mit Doppelkupplung zum Stand der Technik (DE 35 46 454 A1), das mit einer von einer ersten Kupplungsscheibe ausgehenden Zentralwelle zum Antrieb einer ersten Gruppe von Getriebegängen und mit einer kürzeren, zur Zentralwelle konzentrischen, von einer zweiten Kupplungsscheibe ausgehenden Hohlwelle zum Antrieb einer zweiten Gruppe von Getriebegängen versehen ist. Nach dieser Druckschrift werden – um den Einbauraum der Doppelkupplung klein zu machen und ein gutes Ansprechverhalten zu erzielen – die Kupplungsscheiben mit möglichst geringer Masse ausgeführt. Da hierdurch aber auch das Wärmespeichervermögen einer Kupplungsscheibe geringer wird, könne es beim Anfahren des Kraftfahrzeuges zu einer Überhitzung der Kupplungsscheibe kommen. Um eine unzulässig hohe Erwärmung einer Kupplungsscheibe zu verhindern, sind bei diesem bekannten Gangschaltgetriebe die Hohlwelle und die Zentralwelle durch eine dazwischen angeordnete, schaltbare Kupplung drehfest miteinander verbindbar, so dass beim Anfahren des Kraftfahrzeuges beide Kupplungsscheiben gemeinsam benutzt werden können.

Ausgehend von einem mehrgängigen Zahnradwechselgetriebe nach dem jeweiligen Oberbegriff von Patentanspruch 1 bzw. Patentanspruch 2 ist die den vorliegenden Erfindungen zugrunde liegende gemeinsame Aufgabe im wesentlichen darin zu sehen, unter Aufrechterhaltung des Antriebes nur über formschlüssige Zahnradkupplungen für das Teilgetriebe mit den Zahnradstufen höherer Vorwärtsgänge ein "Splitten" mit der Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges auch bei den Schaltungen vom I. Gang in den II. Gang zu ermöglichen, so daß auch diesen Schaltungen der Charakter einer Lastschaltung eigen ist.

Die erläuterte Aufgabe ist gemäß der einen Erfindung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und gemäß der anderen Erfindung mit den Merkmalen von Patentanspruch 2 in vorteilhafter Weise gelöst.

Bei dem Zahnradwechselgetriebe nach der einen Erfin-

dung gemäß Patentanspruch 1 ist für den stationären Zustand des niedrigsten Vorwärtsganges die in diesem Falle zusätzliche Zahnradstufe – also wie bei den übrigen Vorwärtsgängen, mit Ausnahme des höchsten Vorwärtsganges, eine Zahnradstufe des zweiten Teilgetriebes mit Antriebsverbindung nur über formschlüssige Zahnradkupplungen zur Eingangswelle verwendet, so daß bei allen Hochschaltungen gleichermaßen, d. h., auch bei einer Hochschaltung in den II. Gang, die dem mit der Lastschaltkupplung verbundenen ersten Teilgetriebe angehörende Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges quasi als Splitter phasenweise in den Kraftfluß einschaltbar ist.

Dieselbe Wirkungsweise ist auch bei dem Zahnräderwechselgetriebe nach der anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 2 erzielt, da bei diesem die Zahnradstufe des niedrigsten Vorwärtsganges durch ihre zusätzliche Zahnradkupplung im stationären Zustand des niedrigsten Vorwärtsganges in den Kraftfluß des zweiten Teilgetriebes mit Antriebsverbindung zur Eingangswelle nur über formschlüssige Zahnradkupplungen einschaltbar ist, so daß die dem ersten Teilgetriebe mit Anbindung an die Lastschaltkupplung angehörende Zahnradstufe des höchsten Vorwärtsganges als Splitter phasenweise in den Schaltvorgang eingebunden werden kann.

Gegenstand von Patentanspruch 3 ist eine in vorteilhafter Weise axial kurz bauende Ausführungsform eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2.

Patentanspruch 4 hat eine vorteilhafte Ausgestaltung und Einbindung in das Getriebe der zusätzlichen Zahnradkupplung des niedrigsten Vorwärtsganges bei einem Zahnräderwechselgetriebe nach der anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 2 zum Gegenstand.

Das Verfahren nach Patentanspruch 5 hat ein vorteilhaftes Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 im Anfahrvorgang zum Gegenstand – eine Variante dieses Verfahrens bezieht sich auf die Beendigung des Anfahrvorganges und ist Gegenstand von Patentanspruch 6.

Das Verfahren nach Patentanspruch 7 zum Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 hat den stationären Zustand des Getriebes in den dem zweiten Teilgetriebe zugeordneten Vorwärtsgängen zum Gegenstand und ermöglicht eine verzögerungsfreie Lastschaltung in den benachbarten höheren Vorwärtsgang.

Das Verfahren nach Patentanspruch 8 zum Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 hat vorteilhafte Hochschaltungen jeweils in Form einer Lastschaltung zwischen den dem zweiten Teilgetriebe einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges zugeordneten Vorwärtsgängen zum Gegenstand.

Das Verfahren nach Patentanspruch 9 hat eine vorteilhafte Hochschaltung im Zugbetrieb in den höchsten Vorwärtsgang bei einem Zahnräderwechselgetriebe nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 zum Gegenstand.

Das Verfahren nach Patentanspruch 10 zum Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 hat eine vorteilhafte Rückschaltung im Zugbetrieb aus dem höchsten Vorwärtsgang zum Gegenstand.

Das Verfahren nach Patentanspruch 11 zum Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 hat vorteilhafte Rückschaltungen im Zugbetrieb zwischen zwei der einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges dem zweiten

Teilgetriebe zugeordneten Vorwärtsgängen zum Gegenstand.

Und schließlich hat das Verfahren nach Patentanspruch 12 zum Schalten eines Zahnräderwechselgetriebes nach der einen oder anderen Erfindung gemäß Patentanspruch 1 oder 2 vorteilhafte Rückschaltungen im Schubetrieb zwischen zwei durch ihre Zahnradkupplung dem zweiten Teilgetriebe einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges zugeordneten Vorwärtsgängen zum Gegenstand.

Die beiden Erfindungen sind nachstehend anhand von jeweils zwei in der Zeichnung mehr oder weniger schematisch dargestellten Ausführungsformen näher beschrieben. In der Zeichnung bedeuten

Fig. 1 ein Getriebeschema eines viergängigen Zweigege-Zahnräderwechselgetriebes nach der einen Erfindung in einer ersten Ausführungsform gemäß den Patentansprüchen 1 und 3,

Fig. 2 ein Getriebeschema eines fünfgängigen Zweigege-Zahnräderwechselgetriebes nach der einen Erfindung in einer zweiten Ausführungsform gemäß den Patentansprüchen 1 und 3,

Fig. 3 ein Getriebeschema eines fünfgängigen Zweigege-Zahnräderwechselgetriebes nach der anderen Erfindung in einer ersten Ausführungsform gemäß den Patentansprüchen 2 und 3, und

Fig. 4 ein Getriebeschema eines fünfgängigen Zweigege-Zahnräderwechselgetriebes nach der anderen Erfindung in einer zweiten Ausführungsform gemäß den Patentansprüchen 2 und 4.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 weist ein Zahnräderwechselgetriebe eine Eingangswelle 8, eine koaxiale Ausgangswelle 9 und eine zur Eingangswelle 8 parallele Vorgelegewelle 33 auf. Die Vorgelegewelle 33 wird über eine Getriebekonstante 38, welche aus zwei miteinander kämmenden Zahnradern 39 und 40 besteht, von der Eingangswelle 8 angetrieben, wobei das eingangsseitige Zahnrad 39 konzentrisch und drehfest auf der Eingangswelle 8 und das Zahnrad 40 konzentrisch und drehfest auf der Vorgelegewelle 33 sitzt. In den Kraftfluß zwischen der Eingangswelle 8 über die Vorgelegewelle 33 einerseits und der Ausgangswelle 9 andererseits sind ein erstes Teilgetriebe 10 mit einer Zahnradstufe 12 zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges (in allen vier Ausführungsformen ist dies der I. Gang), mit einer Zahnradstufe 13 zur Bildung der Übersetzung des höchsten Vorwärtsganges, in dieser Ausführungsform ist dies der IV. Gang, und mit einer Zahnradstufe 41 zur Bildung der Übersetzung eines Rückwärtsganges sowie ein zweites Teilgetriebe 16 mit einer Zahnradstufe 18 zur Bildung der Übersetzung des II. Ganges, mit einer Zahnradstufe 19 zur Bildung der Übersetzung des III. Ganges und mit einer zusätzlichen Zahnradstufe 31 zur Bildung ebenfalls der Übersetzung des niedrigsten, also des I. Ganges einschaltbar.

Den Eingang des ersten Teilgetriebes 10 bildet eine Zwischenwelle 34, welche zur Vorgelegewelle 33 koaxial und drehfest angeordnet ist. Den Ausgang des ersten Teilgetriebes 10 bildet eine Zwischenwelle 36 in Form einer Hohlwelle, welche zur Ausgangswelle 9 koaxial und drehbar angeordnet sowie mit letzterer durch eine Lastschaltkupplung 15 kuppelbar ist. Das auf der Zwischenwelle 34 konzentrisch und drehfest angeordnete Festrad der Zahnradstufe 12 kämmt mit einem Losrad 26, welches konzentrisch zur Zwischenwelle 36 angeordnet und mit letzterer durch eine Wechsel-Zahnradkupplung 20 kuppelbar ist.

Das konzentrisch und drehfest zur Zwischenwelle 36 angeordnete Festrad der Zahnradstufe 13 kämmt mit einem Losrad 27, welches konzentrisch und drehbar zur Zwischenwelle 34 angeordnet und mit letzterer durch eine Zahnrad-

kupplung 21 kuppelbar ist.

Das Losrad 42 der Zahnradstufe 41 ist zur Zwischenwelle 36 konzentrisch und drehbar angeordnet sowie mit letzterer durch die Wechsel-Zahnradkupplung 20 kuppelbar. Das Losrad 42 kämmt in bekannter und bei 43 gestrichelt ange-
deuteter Weise mit einem die Drehsinnumkehr vermittelnden Zwischenzahnrad, das seinerseits mit dem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 34 angeordneten Fest-
rad der Zahnradstufe 41 kämmt.

Der Eingang des zweiten Teilgetriebes 16 wird durch eine Zwischenwelle 35 gebildet, welche zur Vorgelegewelle 33 konzentrisch und drehfest angeordnet ist. Der Ausgang des zweiten Teilgetriebes 16 wird durch eine Zwischenwelle 37 gebildet, welche zur Ausgangswelle 9 koaxial und drehfest angeordnet ist.

Das Losrad 28 der Zahnradstufe 18, welches mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37 sitzenden Festrad kämmt, ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35 angeordnet und mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 23 kuppelbar. Das Losrad 29 der Zahnradstufe 19, welches mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37 sitzenden Festrad kämmt, ist konzentrisch und drehbar zur Zwischenwelle 35 angeordnet und mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 24 kuppelbar.

Das Losrad 32 der Zahnradstufe 31, welches mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37 sitzenden Festrad kämmt, ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 22 kuppelbar.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 2 weist ein Zahnäderwechselgetriebe eine Eingangswelle 8 und eine parallele Ausgangswelle 9 auf. In den Kraftfluß zwischen diesen Wellen ist ein erstes Teilgetriebe 10 mit den drei Zahnradstufen 12, 14 und 41 sowie ein zweites Teilgetriebe 16 mit vier Zahnradstufen 13, 18, 19 und 31 einschaltbar.

Für den Eingang des ersten Teilgetriebes 10 ist eine Zwischenwelle 34-2 verwendet, welche zur Eingangswelle 8 koaxial und drehfest angeordnet ist. Für den Ausgang des ersten Teilgetriebes 10 ist eine Zwischenwelle 36-2 in Form einer Hohlwelle verwendet, welche zur Ausgangswelle 9 konzentrisch und drehbar angeordnet sowie mit letzterer durch eine Lastschaltkupplung 15 kuppelbar ist.

Für den Eingang des zweiten Teilgetriebes 16 ist eine Zwischenwelle 35-2 verwendet, welche zur Eingangswelle 8 koaxial und drehfest angeordnet ist. Für den Ausgang des Teilgetriebes 16 ist eine Zwischenwelle 37-2 verwendet, welche zur Ausgangswelle 9 koaxial und drehfest angeordnet ist.

Das Losrad 26 der Zahnradstufe 12 zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges, welches mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 34-2 sitzenden Festrad kämmt, ist konzentrisch und drehbar zur Zwischenwelle 36-2 angeordnet sowie mit letzterer durch eine Wechsel-Zahnradkupplung 20 kuppelbar.

Das Losrad 30 der Zahnradstufe 14 zur Bildung der Übersetzung des höchsten Vorwärtsganges, in diesem Falle ist dies der V. Gang, kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 36-2 sitzenden Festrad. Darüberhinaus ist das Losrad 30 konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 34-2 angeordnet und mit letzterer durch eine Zahnradkupplung 25 kuppelbar.

Das Losrad 42 der Zahnradstufe 41 zur Bildung der Übersetzung eines Rückwärtsganges ist konzentrisch und drehbar zur Zwischenwelle 36-2 angeordnet sowie mit letzterer durch die Wechsel-Zahnradkupplung 20 kuppelbar. Das Losrad 42 kämmt weiterhin in bekannter und bei 43 gestrichelt ange-
deuteter Weise mit einem die Drehsinnumkehr

vermittelnden Zwischenzahnrad, welches seinerseits mit dem auf der Zwischenwelle 34-2 konzentrisch und drehfest sitzenden Festrad der Zahnradstufe 41 kämmt.

Das Losrad 27-2 der Zahnradstufe 13 zur Bildung der Übersetzung des IV. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-2 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 21-2 kuppelbar. Das Losrad 27-2 kämmt ferner mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-2 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 13.

Das Losrad 28 der Zahnradstufe 18 zur Bildung der Übersetzung des II. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-2 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 23 kuppelbar. Weiterhin kämmt das Losrad 28 mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-2 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 18.

Das Losrad 29 der Zahnradstufe 19 zur Bildung der Übersetzung des III. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-2 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 24 kuppelbar. Das Losrad 29 kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-2 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 19.

Das Losrad 32 der zusätzlichen Zahnradstufe 31 zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-2 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare zusätzliche Zahnradkupplung 22-2 kuppelbar. Das Losrad 32 kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-2 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 31.

Unter Bezugnahme auf die Ausführungsform der Fig. 3 weist ein Zahnäderwechselgetriebe eine Eingangswelle 8 und eine parallele Ausgangswelle 9 auf, welche durch ein erstes Teilgetriebe 11 mit den Zahnradstufen 12, 14 und 41 und/oder durch ein zweites Teilgetriebe 17 mit den Zahnradstufen 12, 13 18 und 19 in gegenseitige Antriebsverbindung bringbar sind.

Für den Eingang des ersten Teilgetriebes 11 ist eine Zwischenwelle 34-3 vorgesehen, welche zur Eingangswelle 8 koaxial und drehfest angeordnet ist. Für den Ausgang des ersten Teilgetriebes 11 ist eine Zwischenwelle 36-3 vorgesehen, welche zur Ausgangswelle 9 konzentrisch und drehbar angeordnet sowie mit letzterer durch eine Lastschaltkupplung 15 kuppelbar ist.

Für den Eingang des zweiten Teilgetriebes 17 ist eine Zwischenwelle 35-3 verwendet, welche zur Eingangswelle 8 koaxial und drehfest angeordnet ist. Für den Ausgang des zweiten Teilgetriebes 17 ist eine Zwischenwelle 37-3 vorgesehen, welche zur Ausgangswelle 9 koaxial und drehfest angeordnet ist.

Das Losrad 26 der Zahnradstufe 12 zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) ist sowohl koaxial als auch drehbar zu den konzentrischen Wellen 36-3 und 37-3 angeordnet, so daß sein Kuppeln durch eine erste Zahnradkupplung in Form einer Wechsel-Zahnradkupplung 20 mit der Zwischenwelle 36-3 und mithin seine Zuordnung zu dem ersten Teilgetriebe 11 als auch sein Kuppeln durch eine zusätzliche zweite Zahnradkupplung 22-3 in Form einer radial ein- und ausrückbaren Kupplung mit der Zwischenwelle 37-3 und mithin seine Zuordnung auch zu dem zweiten Teilgetriebe 17 ermöglicht ist.

Das Losrad 30 der Zahnradstufe 14 zur Bildung der Übersetzung des höchsten Vorwärtsganges (V. Gang) ist koaxial und drehbar zur Zwischenwelle 34-3 angeordnet sowie mit letzterer durch eine Zahnradkupplung 25 kuppelbar. Auch kämmt das Losrad 30 mit einem koaxial und drehfest zur

Zwischenwelle 36-3 angeordneten Festrad der Zahnradstufe 14.

Das Losrad 42 der Zahnradstufe 41 zur Bildung der Übersetzung eines Rückwärtsganges ist konzentrisch und drehbar zur Zwischenwelle 36-3 angeordnet sowie mit letzterer durch die Wechsel-Zahnradkupplung 20 kuppelbar. Das Losrad 42 kämmt in der bekannten und bei 43 gestrichelt angedeuteten Weise mit einem die Drehsinnumkehr vermittelnden Zwischenzahnrad, welches seinerseits mit einem auf der Zwischenwelle 34-3 konzentrisch und drehfest sitzenden Festrad der Zahnradstufe 41 kämmt.

Das Losrad 27-3 der Zahnradstufe 13 zur Bildung der Übersetzung des IV. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-3 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 21-2 kuppelbar. Das Losrad 27-3 kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-3 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 13.

Das Losrad 28 der Zahnradstufe 18 zur Bildung der Übersetzung des II. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-3 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 23 kuppelbar. Das Losrad 28 kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-3 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 18.

Das Losrad 29 der Zahnradstufe 19 zur Bildung der Übersetzung des III. Ganges ist konzentrisch und drehbar auf der Zwischenwelle 35-3 angeordnet sowie mit letzterer durch eine radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 24 kuppelbar. Das Losrad 29 kämmt mit einem konzentrisch und drehfest auf der Zwischenwelle 37-3 sitzenden Festrad der Zahnradstufe 19.

Die zusätzliche, radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 22-3 für die Zuordnung der Zahnradstufe 12 zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges zum zweiten Teilgetriebe 17 und die radial ein- und ausrückbare Zahnradkupplung 23 des Losrades 28 der Zahnradstufe 18 zur Bildung der Übersetzung des II. Ganges der Ausführungsform der Fig. 3 sind bei der Ausführungsform der Fig. 4 durch eine auf der den Ausgang des zweiten Teilgetriebes 17 bildenden, koaxial und drehfest zur Ausgangswelle 9 angeordneten Zwischenwelle 37-4 vorgesehene, axial ein- und ausrückbare Wechsel-Zahnradkupplung 22-4/23-4 ersetzt, wobei in diesem Falle das auf der Zwischenwelle sitzende Zahnrad der Zahnradstufe 18 als Losrad 28 verwendet ist.

Die jeweils radial ein- und ausrückbaren Zahnradkupplungen 21-2 und 24 der Zahnradstufen 13 und 19 der Ausführungsform der Fig. 3 sind bei der Ausführungsform der Fig. 4 durch eine axial ein- und ausrückbare Wechsel-Zahnradkupplung 21-4/24-4 ersetzt.

Ansonst sind die beiden Ausführungen der Fig. 3 und 4 in Aufbau und Wirkungsweise identisch.

Die Schaltabläufe sind bei den Ausführungsformen der Erfindung nach Patentanspruch 1 (Fig. 1 und 2) identisch.

Die Schaltabläufe sind bei den Ausführungsformen der Erfindung nach Patentanspruch 2 (Fig. 3 und 4) identisch.

Die Schaltabläufe bei der Erfindung nach Patentanspruch 1 sind zu den Schaltabläufen bei der Erfindung nach Patentanspruch 2 analog.

Die wichtigsten Schaltabläufe sind nachstehend anhand der Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 beschrieben, wobei die Klammerausdrücke sich auf das betreffende Schaltelelement der Ausführungsform der Fig. 3 bezieht.

Anfahrvorgang

Zunächst wird die dem ersten Teilgetriebe 10(11) zugeordnete Zahnradkupplung 20 der Zahnradstufe 12 des I.

Ganges und anschließend die Lastschaltkupplung 15 als Anfahrlement eingerückt. Bei gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der dem zweiten Teilgetriebe 16(17) zugeordneten Zahnradkupplung 22-2 (22-3) der Zahnradstufe 31(12) des ersten I. Ganges wird diese Zahnradkupplung eingerückt. Anschließend wird die Lastschaltkupplung 15 ausgerückt, so daß der stationäre Zustand des I. Ganges erreicht ist.

Zur Vorbereitung einer Hochschaltung kann noch die Zahnradkupplung 25 des höchsten Vorwärtsganges V eingerückt werden.

Hochschaltung I-II im Zugbetrieb

Bei eingerückter Zahnradkupplung 25 wird die Lastschaltkupplung 15 mit kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei gewordener Zahnradkupplung 22-2(22-3) des I. Ganges letztere ausgerückt. Anschließend wird die Drehzahl der Eingangswelle 8 auf die dem II. Gang zugehörige Synchrondrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung 15 – wahlweise unter zusätzlicher Regelung des Antriebsmotores – eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung 23 des II. Ganges letztere eingerückt. Anschließend wird die Lastschaltkupplung 15 ausgerückt, so daß der stationäre Zustand des II. Ganges hergestellt ist.

Alle Hochschaltungen im Zugbetrieb zwischen den dem zweiten Teilgetriebe 16(17) zugeordneten Vorwärtsgängen I bis IV laufen analog zu der vorstehend beschriebenen I-II-Hochschaltung ab.

Hochschaltung IV-V im Zugbetrieb

Bei eingerückter Zahnradkupplung 25 wird die Lastschaltkupplung 15 mit kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei gewordener Zahnradkupplung 21-2 des IV. Ganges letztere ausgerückt. Anschließend wird die Drehzahl der Eingangswelle 8 auf die dem V. Gang zugehörige Synchrondrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung 15 – wahlweise unter zusätzlicher Regelung des Antriebsmotores – eingestellt und danach die Übertragungsfähigkeit auf einen dem momentanen Motorbetriebspunkt zugehörigen Wert erhöht, so daß der stationäre Zustand des V. Ganges erreicht ist.

Rückschaltung V-IV im Zugbetrieb

Die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung 15 wird bis zum Auftreten von Schlupf verringert und sodann die Zahnradkupplung 25 des V. Ganges – ggfls. unter kurzzeitiger Reduzierung der Übertragungsfähigkeit auf Null – ausgerückt. Anschließend wird die Drehzahl der Eingangswelle 8 auf die dem IV. Gang zugehörige Synchrondrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit vorzugsweise unter zusätzlicher Regelung des Antriebsmotores eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung 21-2 des IV. Ganges letztere eingerückt. Anschließend wird die Lastschaltkupplung 15 ausgerückt und somit der stationäre Zustand des IV. Ganges hergestellt.

Rückschaltung III-II im Zugbetrieb

Bei eingerückter Zahnradkupplung 25 wird die Lastschaltkupplung 15 mit kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei geworde-

ner Zahnradkupplung 24 des III. Ganges letztere ausgerückt. Anschließend wird die Drehzahl der Eingangswelle 8 auf die dem II. Gang zugehörige Synchronzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung 15 vorzugsweise unter zusätzlicher Regelung des Antriebsmotors eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung 23 des II. Ganges letztere eingerückt. Anschließend wird die Lastschaltkupplung 15 ausgerückt und somit der stationäre Zustand des II. Ganges hergestellt.

Alle Rückschaltungen im Zugbetrieb zwischen den dem zweiten Teilgetriebe 16(17) zugeordneten Vorwärtsgängen I bis IV verlaufen analog zu der vorstehend beschriebenen Rückschaltung.

Patentansprüche

1. Mehrgängiges Mehrwege-Zahnradwechselgetriebe, bei dem in den Kraftfluß zwischen einer Ein- und einer Ausgangswelle ein erstes Teilgetriebe, das sowohl je eine Zahnradstufe zur Bildung des niedrigsten und des höchsten Vorwärtsganges aufweist als auch durch eine reibschlüssige Lastschaltkupplung mit der Ein- oder mit der Ausgangswelle in Antriebsverbindung bringbar ist, und ein zweites Teilgetriebe, das sowohl wenigstens eine Zahnradstufe zur Bildung jeweils eines zugehörigen weiteren Vorwärtsganges aufweist als auch mit der Eingangswelle nur über formschlüssige Zahnradkupplungen in Antriebsverbindung steht, einzeln oder gemeinsam einschaltbar sind, und bei dem der jeweilige Kraftfluß in den Teilgetrieben durch Einrücken einer formschlüssigen Zahnradkupplung zum Ankuppeln eines Losrades einer zugehörigen Zahnradstufe an seine Welle herstellbar ist, und bei dem in einem Anfahrvorgang sowohl die Zahnradkupplung des niedrigsten Vorwärtsganges des ersten Teilgetriebes als auch dessen Lastschaltkupplung eingerückt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zweite Teilgetriebe (16) eine zusätzliche Zahnradstufe (31) zur Bildung der Übersetzung des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) mit einer zugehörigen zusätzlichen Zahnradkupplung (22 oder 22-2) zum Ankuppeln ihres Losrades (32) an seine Welle (35 oder 35-2) aufweist, und daß im stationären Zustand des niedrigsten Vorwärtsganges die Lastschaltkupplung (15) ausgerückt und die zusätzliche Zahnradkupplung (22 oder 22-2) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) eingerückt sind.

2. Mehrgängiges Mehrwege-Zahnradwechselgetriebe, bei dem in den Kraftfluß zwischen einer Ein- und einer Ausgangswelle ein erstes Teilgetriebe, das sowohl je eine Zahnradstufe zur Bildung des niedrigsten und des höchsten Vorwärtsganges aufweist als auch durch eine reibschlüssige Lastschaltkupplung mit der Ein- oder mit der Ausgangswelle in Antriebsverbindung bringbar ist, und ein zweites Teilgetriebe, das sowohl wenigstens eine Zahnradstufe zur Bildung jeweils eines zugehörigen weiteren Vorwärtsganges aufweist als auch mit der Eingangswelle in ständiger direkter Antriebsverbindung steht, einzeln oder gemeinsam einschaltbar sind, und bei dem der jeweilige Kraftfluß in den Teilgetrieben durch Einrücken einer formschlüssigen Zahnradkupplung zum Ankuppeln eines Losrades einer zugehörigen Zahnradstufe an seine Welle herstellbar ist, und bei dem in einem Anfahrvorgang sowohl die Zahnradkupplung des niedrigsten Vorwärtsganges des ersten Teilgetriebes als auch dessen Lastschaltkupplung eingerückt sind, und bei dem von

zwei zueinander konzentrischen, durch die Lastschaltkupplung miteinander kuppelbaren Wellen der einen Welle das jeweils eine Zahnrad der Zahnradstufen des einen Teilgetriebes und der anderen Welle das jeweils eine Zahnrad der Zahnradstufen des zweiten Teilgetriebes zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Losrad (26) der Zahnradstufe (12) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) als auch eine mit diesem Losrad (26) zusätzlich verbundene Zahnradkupplung (22-3 oder 22-4) koaxial zu den zueinander konzentrischen Wellen (36-3 oder 36-4 und 9) angeordnet sind und dieses Losrad (26) über seine beiden Zahnradkupplungen (22-3 oder 22-4 und 20) wahlweise mit den zueinander konzentrischen Wellen (36-3 oder 36-4 und 9) kuppelbar ist.

3. Zahnradwechselgetriebe nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Zahnradkupplung (22 oder 22-2 oder 22-3) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) als eine radial ein- und ausrückbare Kupplung ausgebildet ist.

4. Zahnradwechselgetriebe nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Zahnradkupplung (22-4) als axial ein- und ausrückbare Wechselkupplung ausgebildet und außer mit dem Losrad (26) der Zahnradstufe (12) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) auch noch mit einem Losrad (28) einer weiteren Zahnradstufe (18) des zweiten Teilgetriebes (17) verbunden ist.

5. Verfahren zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß im Anfahrvorgang zunächst die dem ersten Teilgetriebe (10 oder 11) zugehörige Zahnradkupplung (20) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) und anschließend die Lastschaltkupplung (15) mit vorzugsweise kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt werden, und daß bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl in der zusätzlichen Zahnradkupplung (22 oder 22-2 oder 22-3 oder 22-4) des niedrigsten Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung eingerückt wird, und daß im eingerückten Zustand der zusätzlichen Zahnradkupplung des niedrigsten Vorwärtsganges die Lastschaltkupplung (15) vorzugsweise unter kontinuierlicher Verringerung ihrer Übertragungsfähigkeit ausgerückt wird.

6. Verfahren nach Patentanspruch 5 zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Ausrücken der Lastschaltkupplung (15) am Ende des Anfahrvorganges die dem ersten Teilgetriebe (10 oder 11) zugehörige Zahnradkupplung (20) des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) ausgerückt wird.

7. Verfahren nach Patentanspruch 5 oder 6 zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß im stationären Zustand der durch ihre Zahnradkupplung dem zweiten Teilgetriebe (16 oder 17) einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges zugeordneten Vorwärtsgänge (I bis III oder IV) die Zahnradkupplung (21 oder 25) des höchsten Vorwärtsganges (IV oder V) eingerückt ist oder wird.

8. Verfahren nach Patentanspruch 7 zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Hochschaltung im Zugbetrieb zwischen zwei nach der Übersetzung benachbarten und durch ihre Zahnradkupplung dem zweiten Teil-

getriebe (16 oder 17) einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges (I. Gang) zugeordneten Vorwärtsgängen in einer ersten Schaltphase die Lastschaltkupplung (15) mit vorzugsweise kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch momentanfrei werdender Zahnradkupplung der Zahnradstufe des niedrigeren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung ausgerückt wird, daß in einer weiteren Schaltphase die Drehzahl der Eingangswelle (8) auf die dem höheren Vorwärtsgang entsprechende Synchronrehzahl durch Beeinflussung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) wahlweise unter zusätzlicher Regelung des Antriebsmotores eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl der Zahnradkupplung der Zahnradstufe des höheren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung eingerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) vorzugsweise kontinuierlich nach Null eingestellt wird.

9. Verfahren nach Patentanspruch 7 zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Hochschaltung im Zugbetrieb in den höchsten Vorwärtsgang (IV. oder V. Gang) aus dem nach der Übersetzung benachbarten niedrigeren Vorwärtsgang (III. oder IV. Gang) in einer ersten Schaltphase die Lastschaltkupplung (15) unter vorzugsweise kontinuierlicher Steigerung ihrer Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei gewordener Zahnradkupplung (24 in Fig. 1 oder 21-2 in Fig. 2 u. 3 oder 21-4 in Fig. 4) des niedrigeren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung ausgerückt wird, daß in einer weiteren Schaltphase die Drehzahl der Eingangswelle (8) auf die dem höchsten Vorwärtsgang zugehörige Synchronrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) wahlweise mit unterstützender Regelung der Motordrehzahl und anschließend die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) auf einen dem momentanen Motorbetriebspunkt zugehörigen Wert eingestellt werden.

10. Verfahren zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Rückschaltung im Zugbetrieb aus dem höchsten Vorwärtsgang (IV. oder V. Gang) in den nach der Übersetzung benachbarten niedrigeren Vorwärtsgang (III. oder IV. Gang) in einer ersten Schaltphase die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) bis zum Auftreten eines Kupplungsschlupfes verringert und die Zahnradkupplung (21 in Fig. 1 oder 25 in den Fig. 2 bis 4) des höchsten Vorwärtsganges vorzugsweise unter kurzzeitiger Absenkung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) nach Null ausgerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Drehzahl der Eingangswelle (8) auf die dem niedrigeren Vorwärtsgang zugehörige Synchronrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) wahlweise durch unterstützende Regelung der Motordrehzahl eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung (24 in Fig. 1 oder 21-2 in Fig. 2 u. 3 oder 21-4 in Fig. 4) des niedrigeren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung eingerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) nach Null eingestellt wird.

11. Verfahren nach Patentanspruch 7 zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4

bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Rückschaltung im Zugbetrieb zwischen zwei durch ihre Zahnradkupplung dem zweiten Teilgetriebe (16 oder 17) einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges zugeordneten Vorwärtsgängen zunächst in einer ersten Schaltphase die Lastschaltkupplung (15) unter vorzugsweise kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei gewordener Zahnradkupplung des höheren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung ausgerückt wird, daß in einer weiteren Schaltphase die Drehzahl der Eingangswelle (8) auf die dem niedrigeren Vorwärtsgang zugehörige Synchronrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) wahlweise unter zusätzlicher Regelung der Motordrehzahl eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung des niedrigeren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung eingerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) nach Null eingestellt wird.

12. Verfahren zum Schalten eines den Gegenstand eines der Patentansprüche 1 bis 4 bildenden Zahnradwechselgetriebes, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Rückschaltung im Schubbetrieb zwischen zwei durch ihre Zahnradkupplung dem zweiten Teilgetriebe (16 oder 17) einschließlich des niedrigsten Vorwärtsganges zugeordneten Vorwärtsgängen in einer ersten Schaltphase die Zahnradkupplung (21 in Fig. 1 oder 25 in den Fig. 2 bis 4) des höchsten Vorwärtsganges (IV oder V) ausgerückt ist und die dem ersten Teilgetriebe (10 oder 11) zugeordnete Zahnradkupplung (20) des niedrigsten Vorwärtsganges eingerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Lastschaltkupplung (15) unter vorzugsweise kontinuierlich steigender Übertragungsfähigkeit eingerückt und bei dadurch lastfrei gewordener Zahnradkupplung des höheren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung ausgerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Drehzahl der Eingangswelle (8) auf die dem höheren Vorwärtsgang zugehörige Synchronrehzahl durch Steuerung der Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) wahlweise durch zusätzliche Regelung der Motordrehzahl eingestellt und bei dadurch gegen Null gehender Differenzdrehzahl an der Zahnradkupplung des niedrigeren Vorwärtsganges diese Zahnradkupplung eingerückt wird, und daß in einer weiteren Schaltphase die Übertragungsfähigkeit der Lastschaltkupplung (15) nach Null eingestellt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

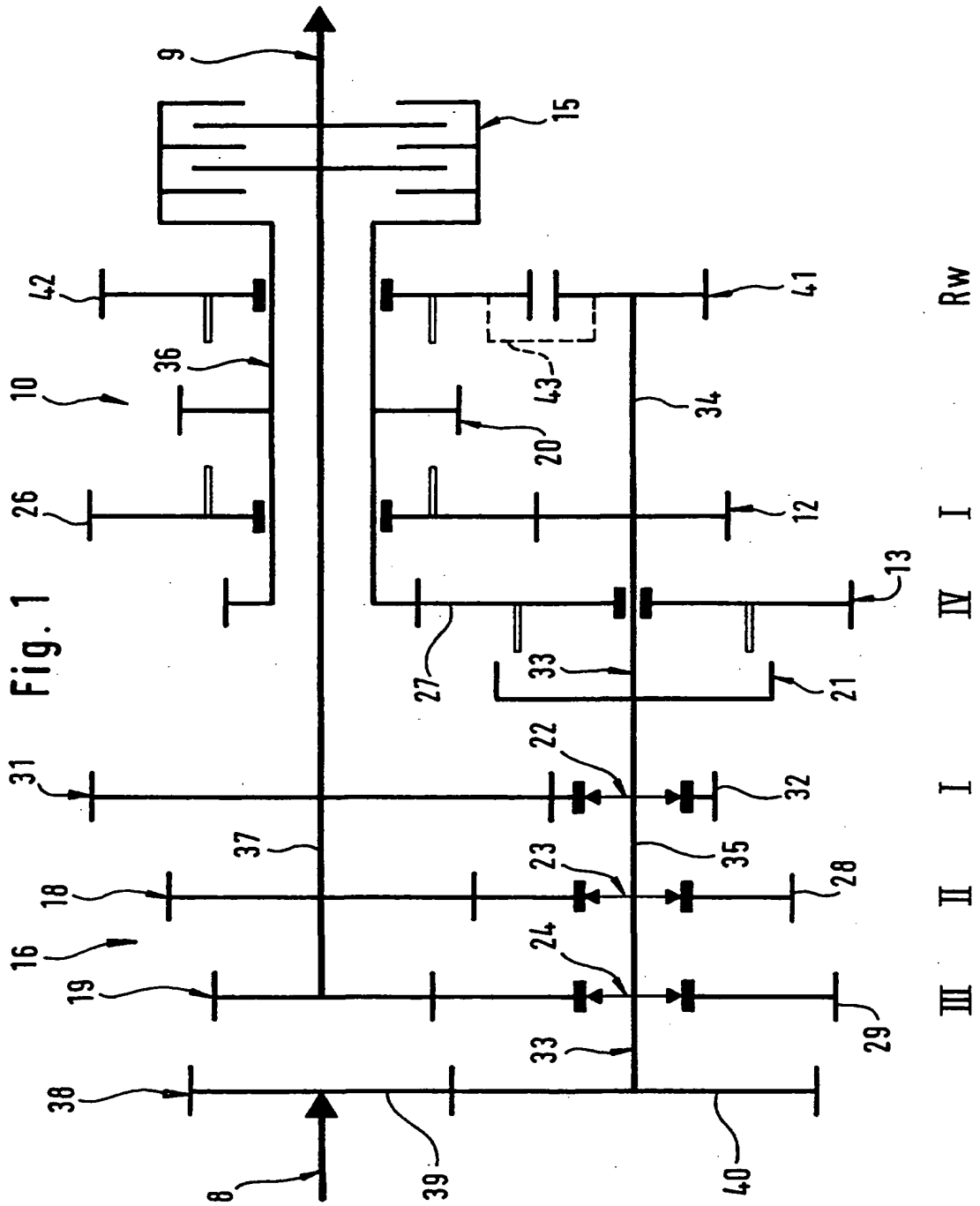
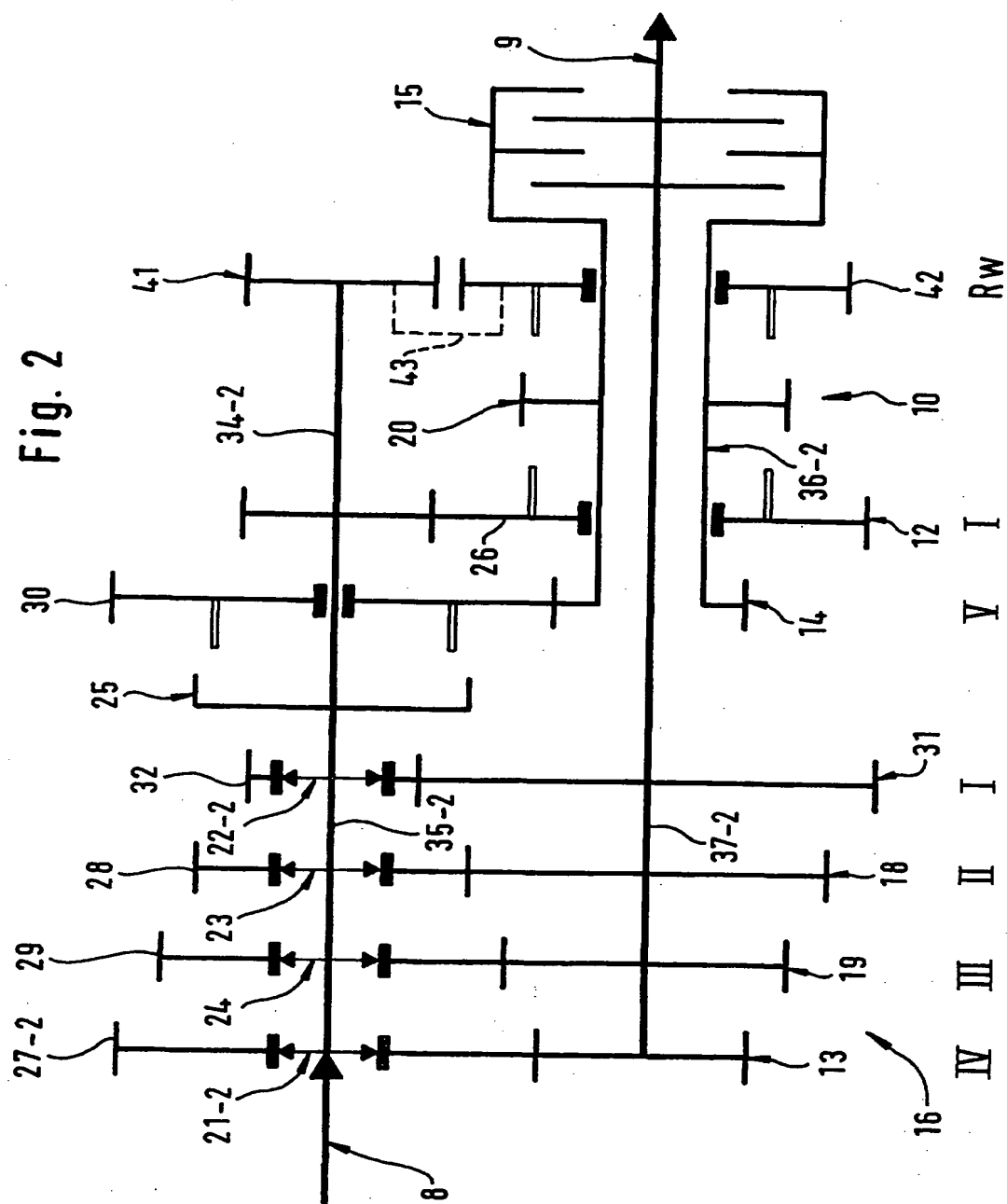


Fig. 2



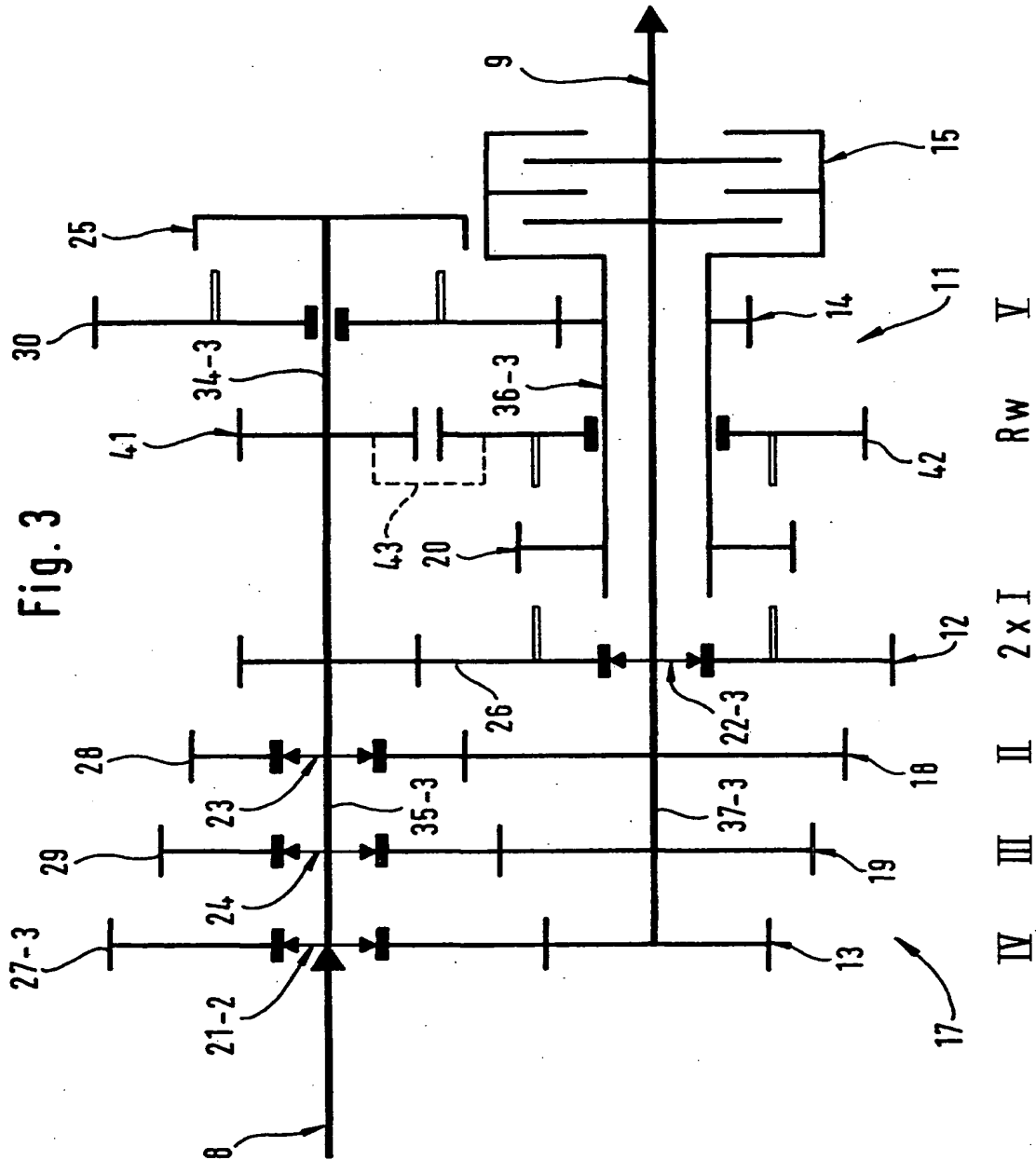


Fig. 4

